



**LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU**  
*Lahti University of Applied Sciences*

# KONENÄKÖJÄRJESTELMÄT LASTULEVYTEOLLISUUDESSA

LAHDEN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Tuotantopainotteinen mekatroniikka  
Opinnäytetyö  
Kevät 2013  
Mika Reini

Konenäköjärjestelmät ovat nykyään käytössä monilla eri teollisuuden aloilla. Konenäköä käytetään vaativissa lajittelu- ja mittaustehtävissä. Konenäkö pystyy tekemään tarkkaa valvontatyötä pitkiä aikoja yhtäjaksoisesti, kun taas ihmisen tarkkaavaisuus herpaantuu jo lyhyen ajanjakson jälkeen. Koska laadun merkitys on kaikilla teollisuuden aloilla merkittävä, konenäköjärjestelmien käyttö on yleistynyt huomattavasti viimeisen kymmenen vuoden aikana.

Koskisen Oy investoi kahteen uuteen konenäköjärjestelmään vuosina 2011 ja 2012. Konenäköjärjestelmät tulivat pinnoitus- ja hiontalinjalle lastulevytehtaalle lajittelutehtäviin. Opinnäytetyön tavoite on analysoida uusien konenäköjärjestelmien merkitystä laadunvalvonnassa sekä olla mukana molempien konenäköjärjestelmien käyttöönottoaiheessa.

Laadun vaikutus yrityksen tuloksentekokykyyn on merkittävä. Monilla teollisuuden aloilla tuotteet käyvät läpi pitkän valmistusprosessin. Mitä aikaisemmassa valmistusvaiheessa vikaantunut tuote huomataan, sitä vähemmän yritykselle tulee kuluja kyseisestä tuotteesta. Jos huomataan, että raaka-aine ei ole sopivaa tai se on pilaantunutta, niin yritykselle tulee huomattavasti edullisemmaksi lajitella se pois jo valmistusvaiheessa kuin saada reklamaatio asiakkaalta. Konenäköjärjestelmän tärkein tehtävä on huolehtia siitä, että asiakkaat saavat tilaamansa tuotteet sen laatuksena, kuin he ovat sen tilanneet.

Koska Koskisen Oy:n strategia on toimia asiakaslähtöisenä edelläkävijänä, niin yksi konenäköjärjestelmien hyödyistä on tuottaa asiakkaille asiakaskohtaisia tuotteita. Tämä tarkoittaa sitä, että konenäkölle voidaan ohjelmoida asiakaskohtaisia reseptejä. Resepteihin voi määrittää mitä virheitä kukin asiakas sallii ja tätä kautta saada kustannustehokkaampia tuotteita.

Opinnäytetyön tuotoksena arvioin investointien onnistuneisuutta sekä vertailen uusia konenäköjärjestelmiä vanhoihin konenäköjärjestelmiin. Tämän opinnäytetyön pohjalta voidaan todeta, että uudet konenäköjärjestelmät toivat laadunvalvontaan luotettavuutta. Nykyiset konenäköjärjestelmät pystyvät erottamaan levyistä pienimmätkin virheet. Konenäkölle pystytään ohjelmoimaan asiakaskohtaisia reseptejä, jotka nostavat yrityksen kustannustehokkuutta.

Asiasanat: konenäkö, laatu, asiakas

Lahti University of Applied Sciences  
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

REINI, MIKA:

Machine vision systems in chipboard  
industry

Bachelor's Thesis in Mechatronics, 27 pages

Spring 2013

ABSTRACT

---

Today machine vision systems are used in many fields of industry. Machine vision is used in very demanding grading and measuring tasks. Machine vision can observe very precisely for a much longer time than a human being. The use of machine vision systems has increased a lot in the past ten years, because quality is very important for industry.

Koskisen Oy invested in two machine vision systems in 2011 and 2012. Both are in the chipboard factory: One in the sanding line and the other one in the melamine coating line. The aim of the thesis was to analyze the significance of these new machine vision systems in quality control.

Quality has a significant effect on the success of companies. Many products in many fields of industry go through a long manufacturing process. The earlier a defective product is noticed, the less there are expenses for the company. For example, you notice that the raw material is not good or it is spoiled. It will be much cheaper to grade it out in the manufacturing process than get complaints from customers. The most important task of machine vision systems is to make sure that customers get exactly what they have ordered.

The strategy of Koskisen Oy is to be a customer-oriented company. One of the benefits of machine vision systems is to make tailored products for customers. This means that they can program a lot of different recipes for the machine vision database. They can define what kind of faults are acceptable for one customer and what kind of faults are acceptable for another one. That is how they can make even more cost-effective products.

As a result of the thesis it was possible to estimate how successful the investment was, and the new and old machine vision systems were compared with each other. Because of the new machine vision systems, there is more reliability in quality control. The new machine vision systems can recognise very small defects. Also, there is a possibility to program special recipes for special customers. This way the company is more cost-effective.

Key words: machine vision, quality, customer

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	Yritysesittely	1
1.2	Työn tavoite	2
1.3	Tehtävän rajaus	2
2	LASTULEVYTEOLLISUUS KOTIMAASSA	3
2.1	Lastulevyn valmistaminen	3
2.2	Lastulevyn jatkojalostaminen	4
2.3	Lastulevytehtaan tuotteet	5
3	LAADUN MERKITYS PROSESSITEOLLISUUDESSA	6
3.1	Laadun vaikutus tuotantotehokkuuteen	7
3.2	Laadun merkitys asiakkaalle	7
3.3	Koneiden ja operaattoreiden vaikutus laatuun	7
3.4	Laadun panostamisen vaikutus yrityksen tuloksellisuuteen	8
4	KONENÄKÖJÄRJESTELMÄT	10
4.1	Mikä on konenäköjärjestelmä?	10
4.2	Konenäköjärjestelmät eri teollisuuden aloilla	12
5	KONENÄKÖJÄRJESTELMÄT LASTULEVYJEN LAADUNVALVOJANA	14
5.1	Levyissä olevien virheiden tunnistaminen	15
5.2	Konenäköjärjestelmän tekninen toteutus	16
5.3	Konenäköjärjestelmä pinnoituslinjalla	19
5.4	Konenäköjärjestelmän käyttöönotto pinnoituslinjalla	21
5.5	Konenäköjärjestelmä hiontalinjalla	22
5.6	Konenäköjärjestelmän käyttöönotto hiontalinjalla	23
6	YHTEENVETO	25
6.1	Laatumittareista saatujen tulosten analysointi	25
6.2	Konenäköjärjestelmistä saadut hyödyt	26
	LÄHTEET	28



# 1 JOHDANTO

Konenäköjärjestelmien avulla pystytään tarkastelemaan laatua sekä tunnistamaan kappaleissa olevia virheitä automaattisesti sekä hyvin tarkasti. Kappaleiden manuaaliseen tarkasteluun verrattuna konenäköjärjestelmä ei väsy pitkäaikaisenkaan rasituksen jälkeen. Konenäköjärjestelmä pystyy tunnistamaan hyvin pienet virheet, joihin ihmisen näkö ei välttämättä riitä. Lisäksi konenäköjärjestelmä pystyy keräämään tietoa pitkältä aikaväliltä laadusta sekä tallentamaan kuvia virheellisistä kappaleista, joten laatuongelmiin pystyy palaamaan myös jälkikäteen.

## 1.1 Yritysesittely

Koskisen konserni on puualan yritys, joka on perustettu vuonna 1909. Konsernin perustaja on Kalle Koskinen. Konsernin emoyhtiö on Koskitukki Osakeyhtiö, jonka vastuulla on kaikkien yhtiöiden puunhankinta. (Juselius 2009.)

Keskeisin konsernin tytäryhtiöistä on Koskisen Osakeyhtiö, jonka erikoisosaamisena on saha-, vaneri-, lastulevy- ja koivutuoteteollisuus. Koskisen saha sekä lastulevy- ja vaneritehtaat sijaitsevat Järvelässä. Koivutuoteteollisuus sijaitsee Hirvensalmella. Koskisella on myyntikonttoreita Suomessa, Ruotsissa, Virossa, Saksassa, Espanjassa, Italiassa sekä Ranskassa. Yhtiön ylivoimaisesti suurin vientituote on vaneri, kun taas lastulevyn myynti on painottunut vahvasti kotimaahan. Viennin osuus koko yhtiön myynnistä on noin 60 %. (Juselius 2009.)

Opinnäytetyössä keskitytään lastulevyteollisuuteen, koska tarkastelun alla olevat konenäköjärjestelmät ovat käytössä lastulevytehtaassa hionta- sekä pinnoitustuotantolinjoilla. Koskisen lastulevytehdas rakennettiin vuonna 1974, mutta käynnistyksen viivästyttyä tehdas käynnistyi kesällä 1975.

Lastulevytehtaalla on kaksi peruslevytuotantolinjaa, ponttilinja, hiontalinja, listoitulinja, pinnoituslinja sekä määrämittasaha.

Konsernilla on lisäksi tytäryhtiö Venäjällä, joka on erikoitunut koivusahaukseen. Taloteollisuus sijaitsee Vierumäellä ja lisäksi konserniin kuuluu kiinteistöyhtiö Kosava-Kiinteistöt Osakeyhtiö. Konserni työllistää noin 900 henkilöä ja liikevaihto on noin 200 miljoonaa euroa. (Juselius 2009.)

## 1.2 Työn tavoite

Tavoitteena on arvioida uusien konenäköjärjestelmien käytön vaikutuksia tuotteiden laatuun. Tuotteiden laadun tulisi olla hyvä, jotta asiakastyytyväisyys säilyy ja reklamaatiot olisivat vähäisiä. Reklamaatioiden vähyys ja asiakastyytyväisyys ovat avainasemassa haastavassa kilpailutilanteessa.

Tarkastelun alla on kaksi eri konenäköjärjestelmää: pinnoituslinjan sekä hiontalinjan konenäköjärjestelmät. Molempien toimintaperiaate on samanlainen, eli molemmat järjestelmät etsivät lastulevyn pinnasta virheitä. Hiontalinjan konenäköjärjestelmä etsii virheet raakalevyn pinnasta hionnan jälkeen ja pinnoituslinjan konenäköjärjestelmä etsii virheitä pinnoituksen jälkeen. Eroavaisuus tulee siinä, että virheet ovat erityyppisiä näissä eri tuotannon vaiheissa.

## 1.3 Tehtävän rajaus

Opinnäytetyössä tarkastellaan konenäköjärjestelmän vaikutusta laatuun tuotannon ja laadunvalvonnan näkökulmasta. Tekninen toteutus ja sähköpuoli jätetään salassa pidettävyyden vuoksi vähemmälle. Tarkastelussa keskitytään levypintojen tunnistamiseen, mutta opinnäytetyössä sivutaan myös muilla aloilla käytettäviä konenäköjärjestelmiä. Konenäköjärjestelmiä on käytössä myös vaneriteollisuudessa, mutta tarkastelu on rajoitettu lastulevyteollisuuteen.

## 2 LASTULEVYTEOLLISUUS KOTIMAASSA

Ensimmäinen lastulevytehdas perustettiin Viialaan vuonna 1956.

Lastulevyteollisuuden synty kotimaahan oli seurausta ulkomailla syntyneiden tehtaiden määrästä. Euroopassa oli vuonna 1956 tehtaita 42 ja koko maailmassa 175 kappaletta. Lisäksi lastulevyteollisuuden syntyyn kotimaassa vaikutti pyrkimys päästä hyödyntämään tehtaissa syntyvä jätepuu. (Pekkinen 1998.)

Vaikka tehtaiden lukumäärä oli Euroopassa suuri ja näin ollen tarvittavan tiedon saanti lastulevyn valmistamiseen liittyen suhteellisen helppoa, niin silti alkuvaikeuksia oli paljon. Muu metsäteollisuus oli vähemmän automatisoitua kuin lastulevyteollisuus, joten teknisen tiedon puute tuotti vaikeuksia. Vaikka ulkomaisilta liimatehtailta saatiin liimauksesta tietoa, niin silti liimaus oli hyvin pitkälti kokemusperäistä ja standardien vaatimuksiin pääseminen tuotti ongelmia. Tulipalojen suuri määrä toi tehtailla ongelmia. Pölyn kerääntyminen kuumiin paikkoihin synnytti pölyräjähdyksiä. Lisäksi kapasiteettien arvioinnit menivät hyvin usein pieleen, koska pakollisia seisokkeja ei osattu ottaa huomioon. Suurimpana syynä tähän oli terien tylsymisen ja vaihtojen arvioiminen. (Pekkinen 1998.)

Lastulevyteollisuuden huippuvuosi oli 1973. Tuotantoennätys syntyi tuolloin, joka oli 887 194 m<sup>3</sup>. Tehtaiden lukumäärä oli suurin vuonna 1978, jolloin tehtaita oli Suomessa 14 kappaletta. Lastulevyteollisuuden käännekohtana voidaan pitää vuotta 1974. Silloin vienti alkoi selvästi hiipua ja tehtaas aloittivat tuotannon supistukset. Tehtaiden määrä on ajan myötä selvästi vähentynyt. Vuonna 1995 oli Suomessa enää neljä tehdasta jäljellä. Vuonna 2013 on kotimaassa ainoastaan yksi lastulevytehdas jäljellä: Koskisen Osakeyhtiön lastulevytehdas. (Leppäkallio 1996.)

### 2.1 Lastulevyn valmistaminen

Lastulevy valmistetaan puusta tai puumaisista kasvinosista tehdyistä lastuista. Lastut liitetään toisiinsa tietyllä paineella ja lämpötilalla. Sidosaineena käytetään liimaa. (Koponen 2002.)

Lastulevyt jaetaan sisäkäyttöön soveltuviin sekä kosteisiin tiloihin soveltuviin lastulevyihin. Määräävänä tekijänä soveltuvuuteen vaikuttaa liima. Urealiima sopii sisäkäyttöön tarkoitettuihin lastulevyihin. Urea-melamiini- tai fenoliliima sopii kosteisiin tiloihin tarkoitettuihin lastulevyihin. (Koponen 2002.)

Lastulevyt on jaettu kuuteen ryhmään lastulevystandardi SFS-EN 312:n mukaan. P1- sekä P2-ryhmät ovat rakentamiseen soveltuvia ryhmiä. P3- sekä P4-ryhmät soveltuvat kalusteteollisuuteen, P5-ryhmä sopii kosteisiin tiloihin ja P6 sopii raskaaksi lattialevyksi. Lastulevyn tuotannossa edellä mainitun ryhmän mukaan laaditaan lastulevyn valmistukselle resepti, jolla saadaan säädettyä lastulevyille tietyt lujuusarvot sekä tiheys. Tähän vaikuttaa keskilastujen, pintalastujen sekä liiman suhde toisiinsa nähden. (Koponen 2002.)

Lastulevyä käytetään eniten rakennusteollisuudessa, jossa käyttökohteita ovat ulkoseinien sisäpinnat, väliseinät, välikatot, lattiat, kalusteet, verhoukset sekä rakennuselementtien tasopinnat. Lastulevyn käyttö on myös yleistä puusepänteollisuudessa, jossa käyttökohteita ovat keittiökalusteet, ovet, kaiutinlaatikot, kodin huonekalut, kirjahyllyt, pöytälevyt sekä kaappien ovet ja rungot. Lisäksi lastulevyä käytetään esimerkiksi messutiloissa, varastoissa sekä pakkausmateriaalina. Lastulevyjen käyttö seinälevyinä on vähentynyt viime vuosina, koska kipsilevyjen tulo korvaavana materiaalina on yleistynyt. (Koponen 2002.)

## 2.2 Lastulevyn jatkojalostaminen

Kahden ensimmäisen vuoden jälkeen siitä, kun lastulevyteollisuus rantautui Suomeen, alettiin lastulevyä jalostaa. Ensimmäisiä jalostuskeinoja olivat lastulevyn spaklaus, maalaus ja viilutus, joita Viialan lastulevytehdas harjoitti 1960-luvulla. Muita jalostuskeinoja ovat lastulevyn työstäminen, lastulevyn uritus (lattialämmityslevy), lastulevyn ponttaus (seinälevy tai lattialevy) ja lastulevyn listoitus. (Pekkinen 1998.)

Tärkein jalostuksen menetelmä on melamiinipinnoitus, jossa melamiinipinnoite puristetaan peruslevyn pintaan. Prosessi on erittäin tuotantotehokas sekä helposti

valvottavissa. Pinnoitteita on lukuisia eri värejä. Melamiinilla pinnoitettujen levyjen osuus koko myynnistä on ollut parhaimmillaan noin 70 %. (Pekkinen 1998.)

Toinen merkittävä jalostusmenetelmä on levyjen sahaaminen määrämittaan. Tällä tavalla saadaan asiakkaalle räätälöityä valmiiksi levyt oikeaan mittaan sekä saadaan pinnoitetut levyt sahattua oikean kokoisiksi soiroiksi listoitusta varten. (Leppäkallio 1996.)

### 2.3 Lastulevytehtaan tuotteet

Koskisen Oy:n lastulevyteollisuuden yleisimpiä tuotteita ovat melamiinipinnoitettu lastulevy, raakalevy, pontattu lastulevy ja listoitettu lastulevy. Erilaiseen tuotevalikoimaan vaikuttaa myös levyjen lujuudet sekä tiheydet. Lastulevyjen tiheydet ovat säädettävissä peruslevyvuotantolinjalla.

Melamiinipinnoitettua lastulevyä käytetään usein esimerkiksi huonekalujen runkoina tai kaappien ovina. Levyn pintaa saa vahvistettua ja kulutuskestävyyttä nostettua monikerrospinnoituksella, jossa levyn pintaan puristetaan useampi melamiinipinnoite.

Raakalevyn käyttökohteita ovat esimerkiksi välikatot ja väliseinät. Pontatusta lastulevystä esimerkkeinä ovat seinä- sekä lattialevy. Listoitettua lastulevyä käytetään usein esimerkiksi vaatekaappien ovimateriaalina.

### 3 LAADUN MERKITYS PROSESSITEOLLISUUDESSA

Laadulla on suuri vaikutus yrityksen kannattavuuteen. Useat puulevytuotteille laaditut standardit ohjaavat yrityksiä panostamaan laatuun. Yksi tunnetuimmista laatustandardeista on ISO 9000, joka pitää sisällään laadun käsitteet, laatujohtamisen, laatuvarmistuksen sekä laatujärjestelmät. (Koponen 2002.)

Laatu ei tarkoita ainoastaan yksittäisen tuotteen fysikaalista laatua, vaan myös sitä, että asiakkaan tarpeet tyydytetään. Laatu pitää sisällään tuotteen fysikaaliset ominaisuudet, kaupallisen laadun, palvelun laadun ja toiminnan laadun.

Kaupallisella laadulla tarkoitetaan tuotteen mainetta tai arvoa, jonka asiakas tuntee. Palvelun laatu kuvaa asiakkaan arvostusta yrityksessä ja toiminnan laatu on yrityksen kykyä tuottaa sovittua laatua. (Koponen 2002.)

Laatujärjestelmää voidaan kuvata organisaatorakenteena, jonka mukaan laadunohjausta tehdään. Tämä rakenne muodostaa laatuvarmistuksen. Laadun varmistus voidaan jakaa kahteen osaan: Sisäinen laatuvarmistus tarkoittaa sitä, että yrityksen sisällä tehdään sisäisiä auditointeja. Ulkoisessa laatuvarmistuksessa auditoinnin suorittaa ulkopuolinen laaduntarkastaja. (Koponen 2002.)

Laadunohjauksessa on syytä kiinnittää huomiota laadun aiheuttamiin kustannuksiin, jotka voidaan jakaa kolmeen osaan: virhekustannuksiin, laadunvalvonnan kustannuksiin ja ennaltaehkäisevän toiminnan kustannuksiin. Virhekustannukset pitävät sisällään sisäiset sekä ulkoiset kustannukset, kuten hylkäämiset, korjaukset, arvon alenemiset, reklamaatiot ja takuut.

Laadunvalvonnan kustannukset voidaan jakaa myös sisäisiin sekä ulkoisiin kustannuksiin, joita ovat tarkastuskustannus sekä valvontamaksut. Ennalta ehkäiseviä toiminnan kustannuksia ovat hylättyjen tuotteiden ennakointi, tuotannon varmuusmarginaalit laadun saavuttamiseksi sekä tuotannon varmuusvarastot. (Koponen 2002.)

### 3.1 Laadun vaikutus tuotantotehokkuuteen

Laatu on merkittävä osa tuotantoa. Tuotteiden fysikaalisen laadun heikentyminen näkyy automaattisesti priimalaadun heikentymisenä ja näin ollen myös tuotantotehokkuuden pienenemisenä. Koskisen Oy:n lastulevytehtaalla peruslevytuotantoa pyritään ajamaan keskeytymättömästi. Lyhyetkin linjojen pysäytykset ja tuotannon jarrutukset näkyvät välittömästi laadun heikkenemisenä. Linjojen käyntiinajot tuottavat aina muutamia II-laadun levyjä. Lisäksi linjojen pysäytykset pienentävät tietysti linjalla syntyvän tuotannon määrää. Huoltoseisokkien suunnittelu ja aikataulutus vaikuttaa suuresti laadun onnistumiseen.

Laatuun vaikuttaa keskeisesti myös paikkojen siisteys ja järjestelmällisyys. Olosuhteiden ollessa likaiset, likaantuvat helposti myös tuotannossa syntyvät tuotteet. Jos työvälineet eivät ole ennaltamäärätyssä paikassa, niiden etsimiseen voi kulua paljon aikaa. Lähtökohtaisesti jos laatu pysyy korkealla tasolla, myös tuotannon kapasiteetti on korkea.

### 3.2 Laadun merkitys asiakkaalle

Kilpailun ollessa korkealla tasolla, laadun merkitys asiakkaille korostuu. Osa asiakkaista on valmis maksamaan kilpailijoita korkeamman hinnan, jos tuote täyttää heidän määrittelemänsä laatuvaatimukset. Jos laatu on jatkuvasti heikkoa, voi asiakas vaihtaa pahimmassa tapauksessa tavarantoimittajaa. (Lavikainen 2009.)

Koskisen Oy:lle on tärkeää tuntea tarkkaan asiakkaan laatuvaatimukset. Hyvän laadun tekeminen aina maksaa ja ylilaadun tekeminen lisää kustannuksia yritykselle, joten on tärkeää että asiakkaalle tehdään riittävää laatua, ei ylilaatua. Jos reklamaatioita ei tule yhtään, on todennäköistä, että tehdään ylilaatua.

### 3.3 Koneiden ja operaattoreiden vaikutus laatuun

Koneiden hyväkuntoisuus ja operaattoreiden tarkkaavaisuus ovat avainasemassa hyvän laadun tekemisessä. Koneet vaativat ennakko- ja huoltotarkistuksia ja

määräaikaishuoltoja koneiden iästä riippumatta. Kunnossapitohenkilöstön osuus ja heidän ammattitaitonsa on näissä toimenpiteissä hyvin tärkeä. Peruslevylinjojen sekä pinnoituslinjan puristimet toimivat hydrauliiikan avulla. Esimerkiksi jos pinnoituslinjan thermoöljyletku menee puhki tai tiiviste pettää, pääsee hydrauliiikkaöljy ulos putkistoista. Uuden thermoöljyletkun vaihtamiseen ja uudella öljyllä järjestelmän täyttämiseen menee aikaa arviolta kolme tuntia. Vähintään tämän ajan tuotantolinja on seis, mutta usein öljyn päästessä ulos järjestelmästä, se sotkee myös tuotantolinjaa ja aiheuttaa likäläikkii tuotteiden pintaan. Pahimmissa tapauksissa kyseinen ongelma on vienyt melkein kaksi vuorokautta ennen kuin se on saatu korjattua kokonaan.

Operaattoreiden motivaatio työtä kohtaan on ratkaisevassa asemassa hyvän laadun saavuttamiseksi. Jos työnteko on välinpitämätöntä, pääsee tuotannosta läpi huonolaatuisia tuotteita. Työntekijän on syytä olla jatkuvasti tarkkaavainen ja seurata, mitä ympäristössä tapahtuu. Vaikka konenäköjärjestelmä huolehtii tuotteiden lajittelusta, on myös työntekijän syytä seurata satunnaisesti valmiita tuotteita. On tärkeää, että työntekijä tiedostaa, kuinka paljon syntyy kustannuksia, jos laatu heikkenee. Näin työntekijä ymmärtää myös sen, että laadulla on suuri vaikutus yrityksen tuloksenteokokykyyn. Usein yrityksillä on käytössä tuotantopalkkiojärjestelmä, joten työntekijän palkka määräytyy osittain laadun mukaan. (Lavikainen 2009.)

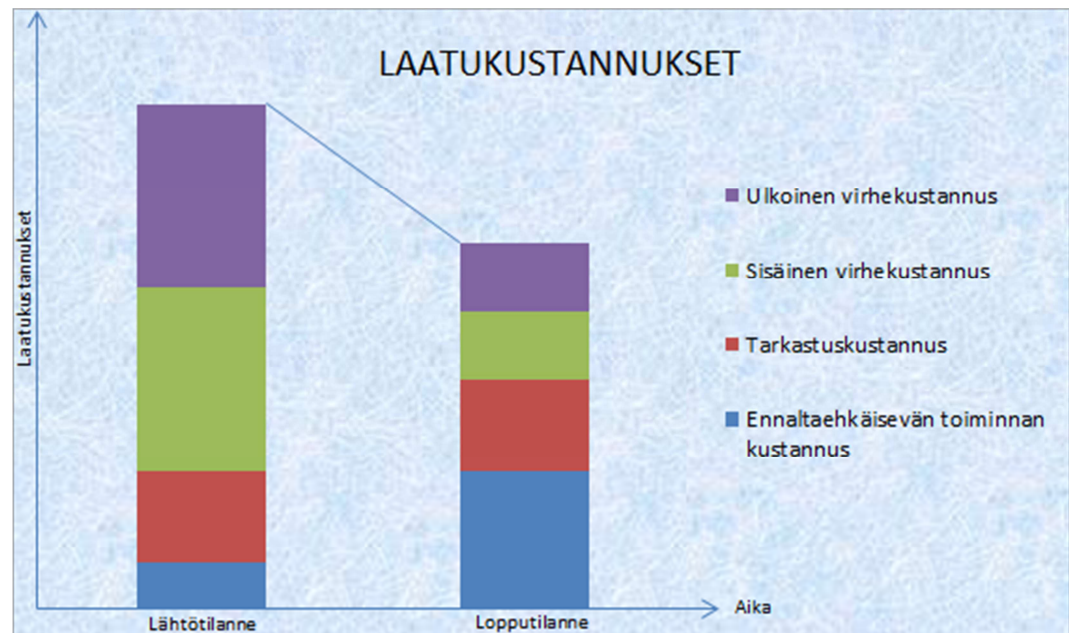
### 3.4 Laadun panostamisen vaikutus yrityksen tuloksellisuuteen

Laatuun panostaminen tuo yrityksille kuluja, mutta myös heikko laatu näkyy yrityksissä menetettyinä tuottoina. Laatuun panostamiseen kulutettu raha täytyy saada takaisin joko parempana tuotantona tai parempana hintana asiakkailta. (Lavikainen 2009.)

Laatukustannukset voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään: näkyviin kustannuksiin, vaikeasti havaittaviin kustannuksiin tai näkymättömiin kustannuksiin. Näkyvillä kustannuksilla tarkoitetaan helposti havaittavia ja laskennallisia kustannuksia kuten myöhästymisestä aiheutuneet sakot, korjaustyön palkat ja II-laadullisen tuotteen arvo. Vaikeasti havaittavia kustannuksia ovat muun muassa se, että laadullisten ongelmien vuoksi työt joudutaan aloittamaan aikaisemmin, varastojen



mitoitus on hankalaa ja kapasiteettia joudutaan väkisin lisäämään. Näkymättömiä kustannuksia ovat tarjouspyyntöjen poisjäänti ja sitä kautta asiakkaiden menetys. Yrityksien tulee panostaa laatuun oikeassa suhteessa siten, että asiakkaat pysyvät yrityksillä, ei tehdä ylilaatua ja panostetaan laatuun siten, että menetetty raha saadaan jollain aikavälillä takaisin. (Lavikainen 2009.)



KUVIO 1. Laatukustannukset.

Pylväsdiagrammilla osoitetaan, kuinka ennalta ehkäisevään toimintaa panostaminen voi lopulta pienentää kokonaislaatukustannuksia.

## 4 KONENÄKÖJÄRJESTELMÄT

Visuaalinen tiede on lähtenyt liikkeelle 1600-luvun alkupuolella. Silmän optiikan ja kuvanmuodostuksen todistivat Kepler ja Kristofer Scheiner. Konenäön alkukantainen kehitys on perustunut ihmisen näköaistin tutkimiseen. (Soini 1996.)

Ensimmäisiä konenäköjärjestelmiä olivat videokamerat, jotka varustettiin CCD-kennolla (CCD = charge-coupled device). Tällä tekniikalla tarkasteltavasta kohteesta saatiin mustavalkoinen kuva, joka kynnystettiin binäärikuvaksi. Kuvaa tulkittaessa oli käytössä yhden bitin tietoa sisältävien pikseleiden matriisi. (Soini 1996.)

Teknologian kehittyessä pystyttiin yksittäisten kuvapisteidien harmaasävyjä erottelemaan moniportaisesti. Yleisimmin eri harmaasävytasoja ovat 256 tai 4096. Hyvän harmaasävyresulootion vuoksi kuvia pystyttiin tulkitsemaan binäärikuvia tarkemmin. Binäärikuvien ja harmaasävykuvien kehittyessä ovat mukaan tulleet värikuvat. (Soini 1996.)

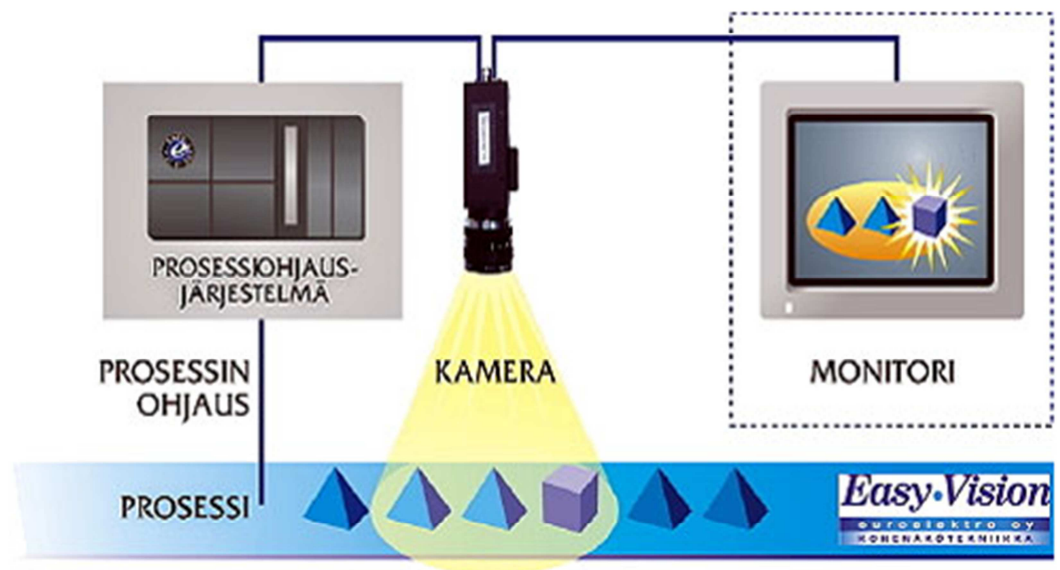
### 4.1 Mikä on konenäköjärjestelmä?

Konenäkö on koneellinen aisti, joka pyrkii matkimaan ihmisen näköä mahdollisimman tarkasti. Yleisimmin konenäköä käytetään tuotteiden laadunvalvonnassa, mutta myös robotiikassa käytetään konenäköä tuotteiden paikantamisessa. Jotta konenäkö pystyy mittaamaan parhaan mahdollisen tuloksen, on olosuhteiden oltava hyvät. Eli esimerkiksi auringonvalo ei saa paistaa suoraan kameraan. Konenäköjärjestelmä perustuu siihen, että kamera ottaa halutusta tuotteesta kuvan halutulla kuvanottotaajuudella. Kuvat tallennetaan kovalevylle, minkä jälkeen kuvista analysoidaan, onko kuvissa virheitä. Ennalta annettujen ohjeiden mukaisesti, tieto annetaan eteenpäin tuotantolinjalle, onko kappale virheetön. Esimerkiksi sahatavara- sekä vanerituotannossa erotellaan tuotteista oksat, reiät sekä halkeamat. Samanaikaisesti kameralla saadaan tarkasteltua kappaleiden mitat. (Soini 2007.)

Suurin osa konenäköjärjestelmistä on mustavalkoisia. Tämä riittää, jos mitataan esimerkiksi tuotteen kokoa. Värikonenäköä tarvitaan silloin, jos mitataan tutkittavan kohteen väriä. (Soini 2007.)

Konenäköjärjestelmän peruskomponentteja ovat kamera, kuvankäsittely, valaistus, mittausohjelmisto, ohjausjärjestelmä ja käyttöliittymä. Kameran tarkoitus on kuvata mitattavaa tuotetta. Kameran kenno vastaanottaa kuvattavasta tuotteesta heijastuvan valon. Kenno muodostuu varausyksiköistä, joita kutsutaan pikseleiksi. Pikseleiden määrä määrää kameran tarkkuuden. Pikselit voivat olla viivana tai matriisina. Kuvankäsittelyn tarkoitus on erottaa kuvasta tarpeellinen ja tarpeeton tieto. Käsittelyn vuoksi siirrettävä tieto vähenee ja mittausohjelmisto, ja tiedonsiirto nopeutuu. (Voutilainen 2004.)

Valaistus antaa kuvaamiselle tarvittavat olosuhteet. Jotta mittaustuloksista saadaan mahdollisimman tarkkoja ja virheettömiä, on valaistuksen oltava oikea. Oikea valaistus on tapauskohtainen, jonka määrää käytössä olevat olosuhteet ja vaadittava mittaustarkkuus. Konenäköjärjestelmän käytön osalta pidetään haasteellisimpana luoda oikea valaistus kuvaamiselle. Kuvankäsittely lähettää tarvittavat tiedot mittausohjelmistolle, joka laskee tarvittavat laskutoimitukset, esimerkiksi tiputtaako virheiden määrä tuotteen alempaan laatuluokkaan. Mittaustulokset siirtyvät seuraavaksi ohjausjärjestelmään, joka ohjaa tarkastetut kappaleet oikeaan paikkaan. Esimerkiksi jos käytössä on kaksi laatuluokkaa, I-laatu ja II-laatu, ohjausjärjestelmä ohjaa kappaleet I-laadun pinoon tai II-laadun pinoon. Käyttöliittymä on konenäköjärjestelmässä sen vuoksi, jotta saadaan hallittua laitteiston toimintaa. Käyttöliittymän avulla saadaan luotua tuotekohtaiset reseptit, eli minkälaiset viat ovat sallittuja ja mitkä taas eivät ole. Käyttöliittymästä saadaan myös ulos raportteja, joilla voidaan seurata laadun muuttumista ja kunnossapito saa ilmoituksen mahdollisista virheilmoituksista. (Voutilainen 2004.)



KUVIO 2. Konenäköjärjestelmä (Voutilainen 2004.)

#### 4.2 Konenäköjärjestelmät eri teollisuuden aloilla

Konenäköä käytetään pääosin elintarvike- ja puuteollisuudessa. Konenäöllä sopii hyvin juuri näiden teollisuuden alojen tuotteiden laadunvalvontaan. (Soini 1996.)

Leipomoissa on tärkeää valvoa tuotteen kokoa, ulkonäköä ja kypsyyttä. Esimerkiksi saksalainen yritys Werner & Pfleiderer GmbH on tuonut markkinoille tuotteen, jolla voidaan mitata edellä mainittuja vaatimuksia. (Soini 1996.)

Makeisvalmistuksessa on väreillä tärkeä visuaalinen merkitys. Konenäön tehtävänä onkin tarkastella makeisten värejä sekä lisäksi jatkojalostusvaiheessa tapahtuvaa pakkauksen onnistumista. (Soini 1996.)

Lihanjalostuksessa konenäköä käytetään laadun mittaamiseen. Konenäöllä pystytään mittaamaan lihan rasvapitoisuus sekä marmoroituminen.

Broilerituotannossa pystytään konenäön avulla tarkastamaan kananpoikien

muodot, eli ovatko kananpojat saaneet ruhjeita tai onko niillä epämuodostumia. Lisäksi konenäöllä voidaan valvoa broilerin rasvapitoisuutta. (Soini 1996.)

Marja- ja hedelmätuotannossa konenäöllä valvotaan tuotteiden värejä. Juurestuotannossa konenäöllä valvotaan perunoiden laatua. Ranskanperunoiden sekä kuutioitujen juuresten valvonnassa keskitytään tuotteiden muotoihin sekä väreihin. (Soini 1996.)

Puuteollisuudessa konenäön käyttö on hyvin yleistä. Konenäöllä valvotaan ja lajitellaan sahatavaraa, vaneria sekä lastulevyä. Lisäksi konenäköjärjestelmiä on käytössä paperi-, sellu-, metalli-, teräs-, lasi- ja rengasteollisuudessa. Vision Systems Oy on yksi Suomen johtavia toimijoita, joka on toimittanut maailmalle yli 2500 konenäköjärjestelmää. (Vision Systems 2013.)

## 5 KONENÄKÖJÄRJESTELMÄT LASTULEVYJEN LAADUNVALVOJANA

Koskisen Oy:n lastulevytehtaalla on käytössä kaksi konenäköjärjestelmää, jotka sijaitsevat hionta- ja pinnoituslinjalla. Hiontalinjan ensimmäinen konenäköjärjestelmä otettiin käyttöön vuonna 1999, ja tämän valmistaja oli norjalainen Argos Solutions. Pinnoituslinjan ensimmäinen konenäköjärjestelmä asennettiin vuonna 2007, jonka valmistaja oli suomalainen EasyVision. Koskisen Oy investoi uusiin konenäköjärjestelmiin vuosina 2011 ja 2012. Hiontalinjalle asennettiin uusi Argos Solutions -konenäköjärjestelmä vuoden 2011 lopulla, ja pinnoituslinjalle asennettiin saman valmistajan konenäköjärjestelmä vuoden 2012 kesällä.

Ennen konenäköjärjestelmien olemassaoloa, operaattorit hoitivat visuaalisen laadunvalvonnan. Yhden tuotannossa olevan sarjan pituus saattoi olla tuhansia levyjä, joten yhtäjaksoinen useamman tunnin pituinen visuaalinen lajittelu rasitti ja väsytti operaattorin silmiä. Näin ollen esimerkiksi yövuoroissa saattoi mennä lajittelusta läpi levyjä, jotka sisälsivät virheitä. Tämä on yksi suurimpia konenäköjärjestelmien etuja, eli järjestelmät eivät väsy kovimmistakaan kuormituksista. Toinen iso etu on se, että konenäköjärjestelmä korvaa tuotantolinjalla yhden operaattorin. Satunnainen levyjen visuaalinen lajittelu on välttämätöntä, mutta käytännössä yritys säästää konenäöllä yhden ihmisen palkan.

Uusiin konenäköjärjestelmiin investoimisen syynä oli se, että hionnan vanha konenäköjärjestelmä oli käynyt liian vanhaksi. Uusia varaosia ei enää saanut ja valoteho ei riittänyt kaikkien virheiden paikantamiseen. Pinnoituksen vanhassa konenäköjärjestelmässä ei ollut sivuvalaistusta, joten esimerkiksi painaumat jäivät usein konenäöltä huomioimatta.

Pinnoituksen ja hionnan lajittelupisteet ovat tärkeimpiä työpisteitä lastulevytehtaalla. Hionnan jälkeen lähtee peruslevyä suoraan asiakkaille sekä pinnoitusaihiota pinnoituslinjalle. Jos pinnoitusaihiota on huonoa, niin se on automaattisesti myös II-laatua pinnoituksenkin jälkeen. Pinnoituksen jälkeen lähtee pinnoitettua levyä suoraan asiakkaille sekä aihiota listoitusta varten. Jos

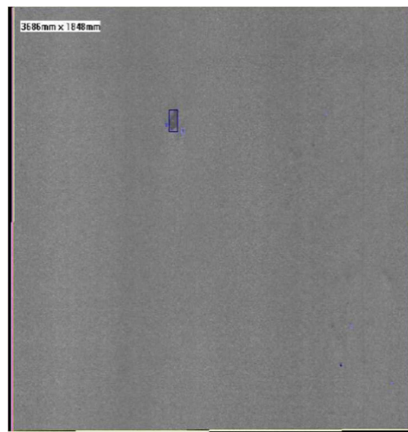
levyt on huolimattomasti lajiteltu, niin asiakkaalta tulee reklamaatio tai listoitettut soivot ovat II-laatua.

### 5.1 Levyissä olevien virheiden tunnistaminen

Koskisen Oy:n lastulevytehtaan konenäköjärjestelmässä olevissa kameroissa pikselit ovat viivana. Levyn liikkuessa järjestelmän läpi, kamera tarkistaa yhden pikseli rivin kerrallaan. Takometri mittaa levyn nopeuden, joten voidaan määrittää kuinka usein kameran täytyy tarkistaa pikselirivit. Kameran on liitetty tietokoneeseen. Ohjelmisto käyttää useita algoritmeja tunnistamaan levyissä olevat virheet mahdollisimman tarkasti. Ohjelmisto analysoi kuvista värien vaihtelun, huokoiset kohdat, kohoumat, painaumat ja muut poikkeamat. (Argos user manual 2010.)

Levyissä olevien poikkeamien tunnistamiseen vaikuttaa suuresti valaistus. Sivuvalaistus auttaa kameraa tunnistamaan kohoumat ja painaumat, kun taas pystyvalaistuksen avustuksella voidaan tunnistaa esimerkiksi värien vaihtelut. Virheiden tunnistamisen perusteella konenäköjärjestelmä lajittelee levyt ennaltamäärätyihin laatuluokkiin.

Alla olevasta kuvasta voi todeta konenäön tunnistaneen virheen levystä. Reunojen tunnistusmenetelmänä konenäkö etsii kuvasta pikseleiden kirkkausarvojen vaihteluita. (Hautala 2009.)



KUVIO 3. Virheen tunnistaminen levystä (Argos user manual 2010.)

## 5.2 Konenäköjärjestelmän tekninen toteutus



KUVIO 3. Argos -koneenäköjärjestelmä (Argos user manual 2010.)

Yllä oleviin kuviin on merkitty Argos -koneenäköjärjestelmän peruslaitteisto, johon kuuluvat tietokonekaappi (1), käyttöliittymä kosketusnäytöllä (2) ja levyjen lajittelulaitteisto (3).

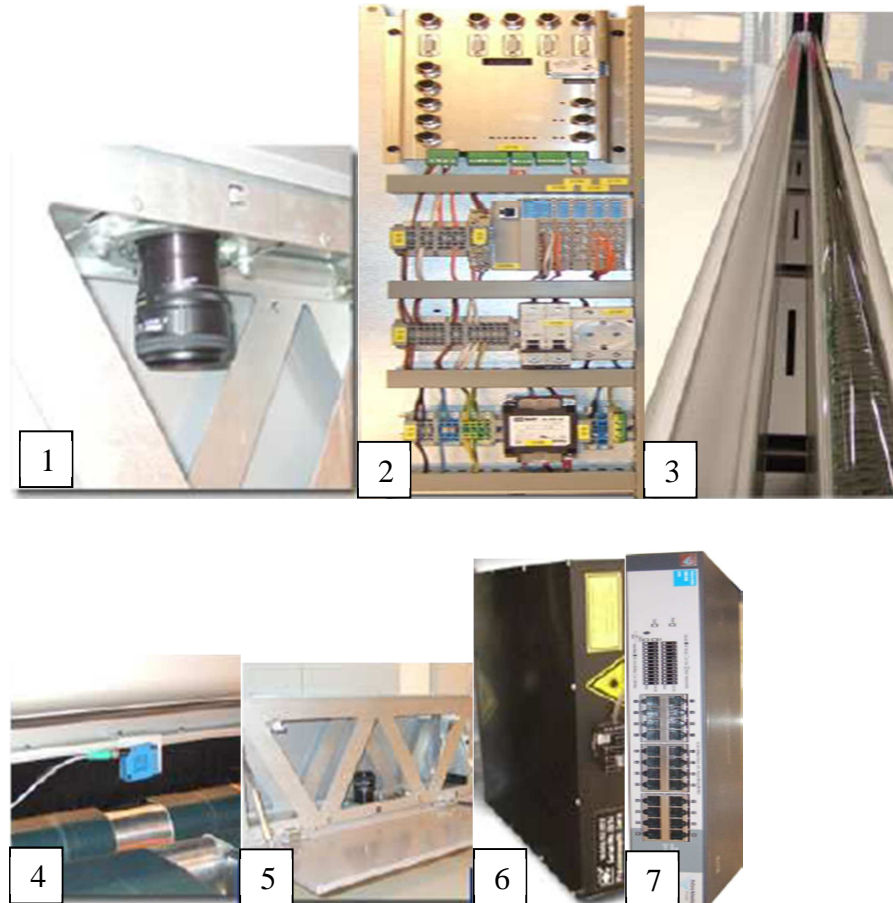
Tietokoneella on koneenäköjärjestelmän ohjelmisto, jonne tallentuvat levyistä otetut kuvat. Kuvat jäävät kovalevyille talteen, joten niitä voidaan analysoida jälkikäteen. Tietokoneelle myös laaditaan halutut reseptit erilaisia tuotteita ja virheitä varten.

Käyttöliittymään operaattori syöttää määrätyn reseptin ja muut tiedot kyseisestä tuotannon ajosta. Käyttöliittymästä voi seurata laatujaakumia reaaliajassa.

Käyttöliittymä on varustettu kosketusnäytöllä.



Lajittelulaitteisto kuvaa kaikki siitä läpi menevät levyt. Alla on kuvia laitteiston tärkeimmistä laitteista.



Kuvio 4. Yläkamera, ohjauskeskus, alapuolen pystyvalaistus, optinen anturi, alapuolen kamera, sivuvalaistus ja lähiverkko kytkin (Argos user manual 2010.)

Yläkameran (1) tarkoitus kuvata levyjen yläpuolet. Kameran valmistaja on Nikon. Ohjauskeskuksesta (2) löytyvät kameroiden ja valaistuksien säätöyksikkö, I/O tulot ja lähdöt, riviliittimet sekä automaattisulakkeet. Pystyvalaistuksen (3) tehtävänä on tuoda kappaleesta esiin esimerkiksi väriviat, ylimääräiset kalvonpalat tai hiontaraidat. Optisen anturin (4) tehtävänä on tunnistaa levy, joka on tulossa lajittelu laitteistolle. Alapuolen kamera (5) kuvaa lajiteltavan levyn alapintaa. Sivuväläistuksen (6) tehtävänä on antaa valaistusta siten, että kuvista voidaan erottaa painaumat ja kohoumat, jotka eivät välttämättä kuvasta erotu pelkällä pystyvalaistuksella. Lähiverkkokytkeimen (7) tehtävä on lähettää kuvat ennalta määrättyihin verkkoasemiin.

Lajittelulaitteiston paino on noin 500 kilogrammaa, pituus on 4470 millimetriä, leveys on 249 millimetriä ja korkeus on 2809 millimetriä. Jännite on 110 – 240 V AC, virta on 16 A ja teho on 3600 W.



Kuvio 5. Käyttöliittymän seurantasivu. (Argos quick guide 2010.)

Seurantasivulle operaattori syöttää seuraavan tuotantotilauksen tiedot ja pystyy seuraamaan levyjen laatuja reaaliajassa. Tuote-kohtaan (1) syötetään tuotteen nimike ja ohjelma hakee tuotteen nimen perusteella ajo-ohjelmaan oikean reseptin. Päivämäärä-kohtaan (2) syötetään sen hetkinen päivämäärä. Vuoro-kohtaan (3) syötetään oikea vuoro. Pinnoitus- sekä hiontalinjat ovat molemmat kolmessa vuorossa. Kohtiin 4, 5 ja 6 syötetään levyn pituus, leveys ja paksuus. Kohdasta 7 näkee edellisen levyn lajittelun. Kuvasta ilmenee ylä- ja alapuolen kaikki mahdolliset virheet ja niiden esiintyminen levyssä. Tilasto-kohdasta (8) selviää meneillään olevaan ajoon kulutettu aika, levyjen lukumäärä ja laatujaakaumat sekä prosentteina että kappalemäärinä. Historia-kohdasta (9) selviää ennalta määrätyltä aikaväliltä levyjen laadut pisteinä. Kohdasta 10 näkee viimeiseksi lajitellun levyn, joko ylhäältä tai alhaalta katsottuna.

### 5.3 Konenäköjärjestelmä pinnoituslinjalla



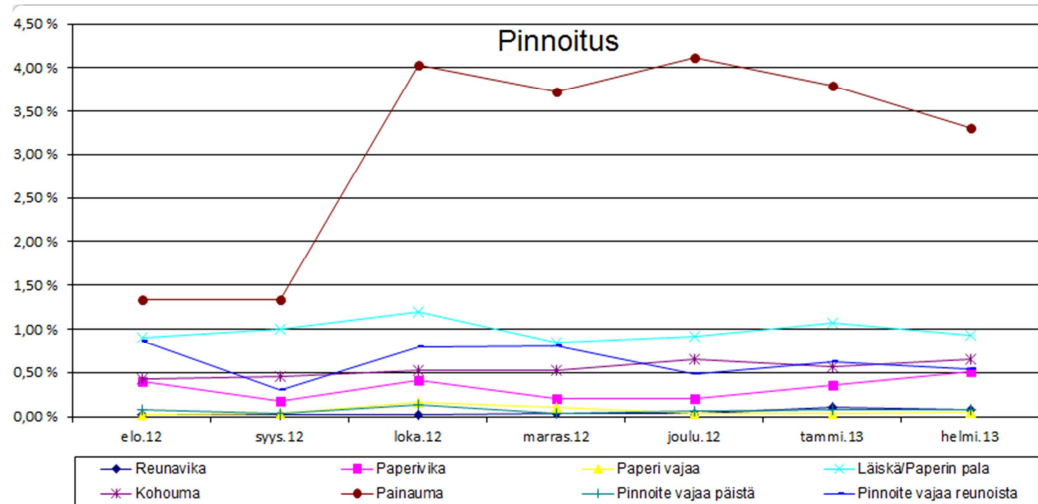
Kuvio 6. Konenäköjärjestelmä pinnoituslinjalla.

Kuvassa on käynnissä valkoisilla melamiinipinnoitteilla pinnoitettujen levyjen ajo.

Konenäköjärjestelmän tehtävä pinnoituslinjalla on lajitella pinnoitetut levyt I-, II- tai C-laatuun riippuen siitä, kuinka paljon virheitä levyssä esiintyy. Käytännössä yksikin pieni virhe tiputtaa levyn II-laatuun. Jos levyssä on virheitä yli 30 %, niin tuote tippuu C-laatuun.

Pinnoituksessa on käytössä noin 30 erilaista pinnoitetta. Suurin osa levyistä kuitenkin pinnoitetaan valkoisella melamiinikalvolla. Edellytys hyvän laadun

saannolle on jatkuva linjan puhtaanapito. Pinnoitteista irtoaa hartsipölyä, joka leviää ympäri tuotantolinjaa. Suurempi tuotantolinjan siivous tehdään kerran viikossa, mutta konenäköjärjestelmän lasien ja linssien puhdistus tulee tehdä päivittäin. Vaikka konenäköjärjestelmä huolehtii levyjen lajittelusta, tulee operaattorin seurata laatua näyttöpäätteestä. Esimerkiksi jos pölyä tai kalvon pala pääsee kameran linssille, konenäkö lajittelee kaikki levyt II-laatuun, vaikka levyt olisivat todellisuudessa I-laatua.



Kuvio 7. Pinnoituksen eri virhetyypit aikavälillä 12.8.2012 – 13.2.2013

Yllä olevasta kuvasta selviää eri virhetyyppien osuus Koskisen Oy:n lastulevytehtaan pinnoituslinjan kokonaistuotannosta. Selvästi yleisin virhe, miksi levyt putoavat alempiin laatuuihin, on painaumat. Painauma tarkoittaa sitä, että aihiossa on ollut pieni kuoppa jo ennen pinnoitusta. Kyseisten aihoiden olisi pitänyt pudota alempiin laatuuihin jo levyjen hiontavaiheessa. Jostain syystä hionnan konenäkö ei ole niitä tunnistanut. Toiseksi yleisin virhe on kalvonpalat. Tuotantoa ajaessa on hyvin yleistä, että kalvot rikkoontuvat satunnaisesti ladontavaiheessa. Tämä tapahtuu varsinkin pitkään varastossa olleilla kalvoilla. Rikkoontumisen seurauksena tuotantolinjalle jää usein pieniä kalvonpaloja, jotka tarttuvat helposti seuraavien levyjen pinnoitteisiin. Kolmanneksi yleisin virhe on se, että pinnoite on vajaa reunoista, jolloin kalvo on jäänyt vajaaksi levyn reunoilta. Tähän syynä on usein väärä kalvon kohdistus, jonka saa säädettyä käyttöliittymästä yhden millimetrin tarkkuudella. Muita virheitä ovat kohoumat,

paperiviat, paperi vajaa, pinnoite vajaa päistä ja reunavika. Näitä virhetyppejä esiintyy satunnaisesti.

#### 5.4 Konenäköjärjestelmän käyttöönotto pinnoituslinjalla

Konenäköjärjestelmän fyysisen asennuksen jälkeen ohjelmalle opetettiin erilaiset virhetypit. Eri virhetyyppien löytäminen, todentaminen ja ohjelmalle opettaminen vei useita viikkoja aikaa.

Konenäköjärjestelmälle ohjelmoitiin kolme eri virhekokoa: minimiraja, mediumraja ja maksimiraja. Esimerkiksi painauman minimiraja on kaksi millimetriä, mediumraja on viisi millimetriä ja maksimiraja on 10 millimetriä. Näin ollen voidaan tuotekohtaiseen reseptiin määrittää, monta kappaletta minimirajan täyttäneitä painaumia saa olla levyssä, jotta se lajitellaan II-laatuun tai monta kappaletta mediumrajan täyttäneitä saa olla, jotta se lajitellaan C-laatuun.

Käyttöönottovaiheessa vastaan tuli useita ongelmia:

- Konenäkö ilmoitti, että levyissä on läiskiä tai kalvonpaloja, vaikka todellisuudessa niitä ei ollut. Linjalta todennäköisesti kulkeutui roskia kameralle. Ongelman korjaamiseen asensimme paremmat harjat ennen konenäköä.
- Levyissä oli haljenneita kalvoja. Levyjä oli kaiken kaikkiaan 29 kappaletta, joista konenäkö hylkäsi vain 10 kappaletta. Tiukensimme hylkäämisen toleranssirajoja.
- Konenäkölle oli määritelty, että jos pinnoite on vajaa reunoista 5mm, niin levy lajitellaan alempaan laatuun. Osassa levyistä pinnoite oli vajaa noin 10mm, mutta konenäkö lajitteli ne I-laaduksi vaikka näyttöpäätteellä näkyi virhe. Tapaus osoittautui ohjelmointivirheeksi.
- Ohjelmistossa oli virhe eli uuden ajon käynnistysvaiheessa konenäön ohjelma toi käyttöliittymälle väärät tuotetiedot ja levyn paksuudet. Niiden olisi pitänyt tulla suoraan pinnoituksen ajo-ohjelmasta. Kyseessä oli ohjelmointivirhe.

- Konenäkö lajittelee levyt II-laaduiksi ja ilmoittaa levyissä olevan kohoumia. Todellisuudessa levyt ovat hyviä. Todennäköisesti levyjen pinnoissa oli irtopölyä.

Käyttöönotto sujui kaiken kaikkiaan hyvin ja käyttöönoton alkuvaiheessa erilaisia ongelmia aina ilmenee. Pinnoituksen konenäköjärjestelmä on ollut käytössä 2012 kesästä lähtien.

### 5.5 Konenäköjärjestelmä hiontalinjalla



Kuvio 8. Hiontalinjan konenäköjärjestelmä.

Konenäköjärjestelmän tehtävä hiontalinjalla on lajitella levyt A-, B-, lb- tai C-laatuun. Levyjä menee hionnasta pinnoitukseen, ponttaukseen, määrämittasahalle tai suoraan asiakkaalle. B- ja lb-laatu ovat käytännössä sama asia, mutta lb-laatua käytetään vain pinnoitusaihioissa.

Pinnoitusaihioiden reseptit ovat tiukat. Mitään virheitä, mitkä näkyvät levyn pinnasta pinnoituksen jälkeen, ei saa olla. Eli esimerkiksi painaumia ei saa olla yhtään kappaletta.

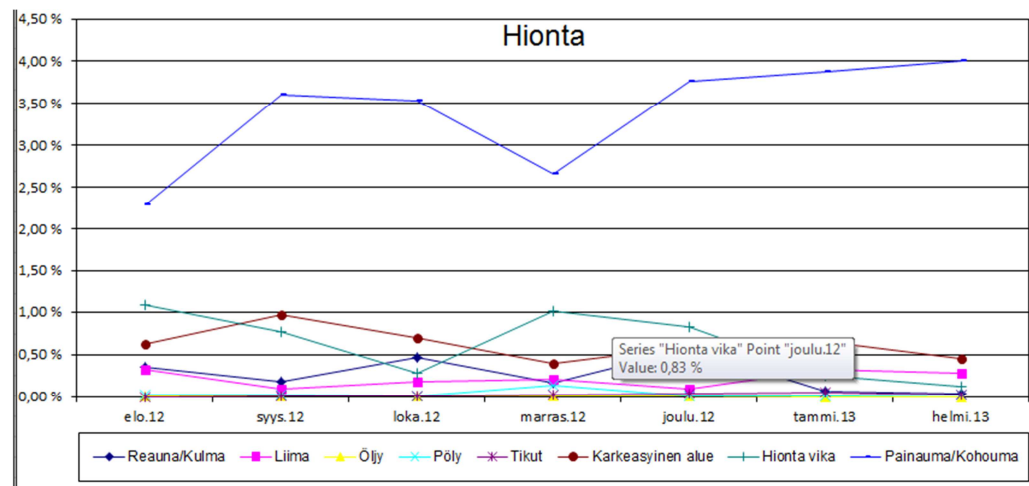
Ponttaukseen menevien aihioiden lajittelukriteerit ovat löysimmät. Ponttaukseen kelpaa A-laatu sekä B-laatu ja levyssä saa olla suuri määrä virheitä, jotta



konenäkö lajittelee sen C-laaduksi. Käytännössä levyt eivät saa olla halkinaisia. Levyt menevät pääosin lattialevyiksi.

Määrämittasahalle tai suoraan asiakkaalle menevät levyt on määritelty erikseen. Konenäköjärjestelmälle voi ohjelmoida asiakaskohtaisia reseptejä, joten kyseessä olevien tuotteiden laatuksiteerit voivat olla erilaisia. Lähtökohtaisesti kuitenkin asiakkaille kelpaa B-laadun raakalevy.

Hionnassa syntyy huomattava määrä pölyä, joten konenäön lasien ja linssien puhdistus paineilmalla on tärkeää. Puhdistus suoritetaan jokaisen vuoronvaihdon yhteydessä.



Kuvio 9. Hionnan eri virhetyypit aikavälillä 12.8.2012 – 13.2.2013

Kuvasta selviävät hionnan eri virhetyypit. Selvästi yleisin virhetyyppi on painauma/kohouma. Selkeää eroa muihin virheisiin voi selittää osittain se, että konenäkö voi helposti lajitella pölykerroksen kohoumaksi. Liima-, öljy-, ja pölyvirheet voivat olla hyvin samankaltaisia, joten myös ne voi olla vaikea erottaa toisistaan. Tärkeintä kuitenkin on, että kaikki virheelliset levyt saadaan lajiteltua sivuun.

## 5.6 Konenäköjärjestelmän käyttöönotto hiontalinjalla

Konenäköjärjestelmän käyttöönotto hiontalinjalla oli hyvin samankaltainen kuin pinnoituslinjalla. Laitteiston fyysisen asennuksen jälkeen ohjelmalle opetettiin

hionnan eri virhetyypit. Myös hionnan konenäölle ohjelmoitiin kolme eri virhekokoa, kuten tehtiin pinnoituksenkin konenäölle kappaleessa 5.2.1

Käyttöönottovaiheessa esiintyi seuraavia ongelmia:

- Konenäkö lajittelee kapeat levyt B- tai C-laaduksi, koska näkee levyn alakulmassa painauman. Todellisuudessa painaumaa ei ole vaan levy tulee vinossa kameralle. Ratkaisu on levyn oikaisu ennen kameraa.
- Konenäkö antoi hyvin epäselviä virheilmoituksia operaattoreille. Kyseessä oli ohjelmointivirhe.
- Konenäköohjelman tulostettavasta raportista ei ilmennyt olivatko hylätyt levyt B- vai C-laatua.
- Jos tuotannossa hiottiin 11 millimetrin paksuja levyjä niin, konenäkö ei tunnistanut, jos levyt olivat alipaksuja. Syynä oli väärin säädetty sivuvalaistus.
- Konenäkö ei lajitellut haljenneita levyjä alempaan laatuun, vaikka konenäön ottamasta kuvasta näkyi selvä poikkeuma. Kyseessä oli ohjelmointivirhe.

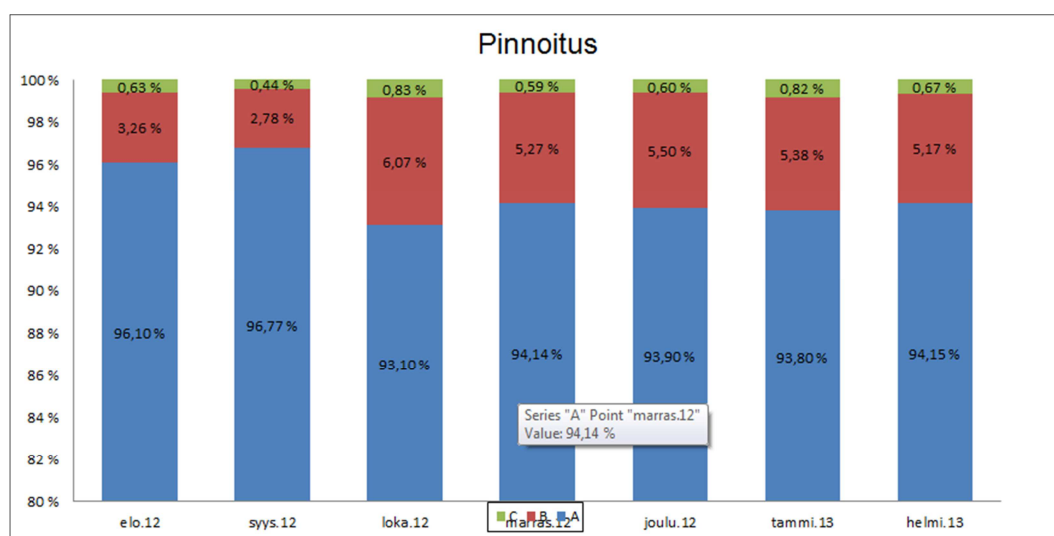
Hionnan konenäköjärjestelmän käyttöönotto sujui kaiken kaikkiaan hyvin. Edellämainittujen ongelmien korjaaminen onnistui nopeasti.



## 6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli analysoida uusien konenäköjärjestelmien merkitystä laadunvalvonnassa. Konenäköjärjestelmät ovat tuoneet laadunvalvontaan luotettavuutta sekä tehokkuutta. Pienimmätkin virheet voidaan todeta konenäköjärjestelmien avulla ja näin ollen asiakastyytyväisyys voidaan pitää hyvänä. Operaattorit voivat tehdä muita tärkeitä työtehtäviä samanaikaisesti, kun konenäkö valvoo laatua.

### 6.1 Laatumittareista saatujen tulosten analysointi

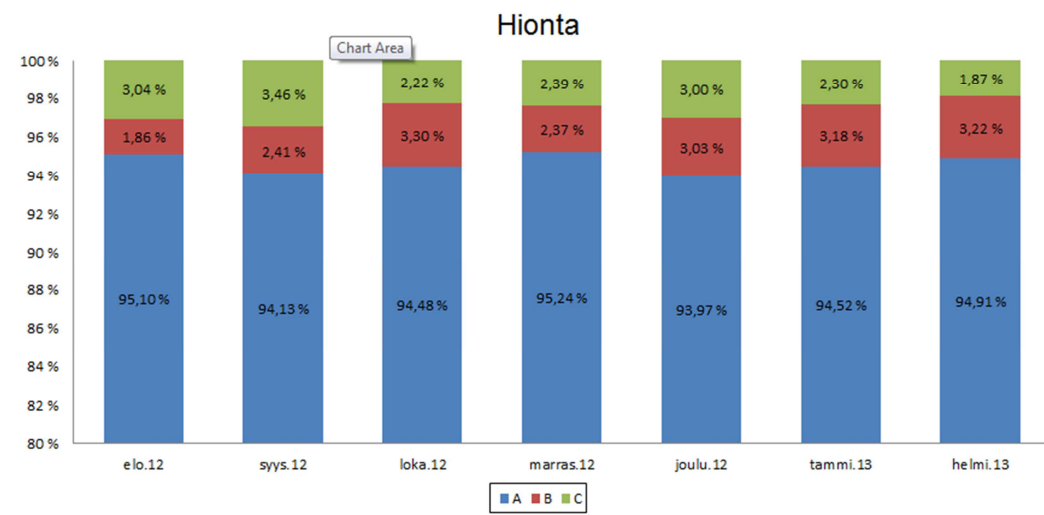


Kuvio 10. Pinnoituksen laatumittari aikavälillä 12.8.2012 – 13.2.2013.

Pinnoituksen I-laadun osuus on ollut alle 95 % vuoden 2012 lokakuusta lähtien ja pinnoitettujen levyjen reklamaatiot ovat olleet vähäisiä. Tämä tarkoittaa sitä, että pinnoituksen konenäköjärjestelmä on pystynyt hyvin lajittelemaan vialliset levyt alempiin laatuihin. Tästä ei pysty todentamaan sitä, onko konenäkö lajitellut todellisuudessa I-laatua olevat levyt alempiin laatuihin.

Yksi iso syy laadun tippumiseen vuoden 2012 elokuusta lähtien on hydraulikkaongelmat pinnoituspuristimen kanssa. Tästä johtuen on syntynyt useita öljyvuotoja, koska thermoletkut tai tiivisteet ovat pettäneet. Näin ollen linjalle on päässyt paljon öljyä, joka on kulkeutunut pinnoitettujen levyjen pintaan.

Pinnoituksen laatumittareista ja asiakaspalautteista voi kuitenkin todeta, että pinnoituksen konenäköjärjestelmä on ollut onnistunut investointi. Konenäkö on vastuussa pinnoitettua levyä ostavien asiakkaiden tyytyväisyydestä.



Kuvio 12. Hionnan laatumittari aikavälillä 12.8.2012 – 13.2.2013.

Hionnassa laatu on pysynyt hyvin tasaisena. Merkittävä ja hyvin tarkasti seurattava laatuluokka on C-laatu, koska suurimmalle osalle asiakkaista raakalevyn A- ja B-laatu kelpaavat niin sanotusti samana laatuina. Mittarissa näkyvät B-laadut ovat pääasiassa kaikki pinnoitusaihioista lajiteltuja Lb-laatuja. Lb-laadun osuus on noussut merkittävästi vuoden 2012 elokuusta, joten tämä näkyy normaalisti parempana pinnoituksen laatuina.

C-laadun osuuteen vaikuttaa merkittävästi peruslevyproduktin huoltoseisokit, konerikot ja ulkoilman viilentyminen. Pääasiassa tuotannon ajaminen ja hyvän laadun tuottaminen on kesällä helpompaa kuin talvella.

## 6.2 Konenäköjärjestelmistä saadut hyödyt

Jos verrataan pinnoituksen konenäköjärjestelmää aikaisempaan konenäköjärjestelmään, niin suurena etuna on ollut uuden konenäön luotettavuus. Aikaisemmin asiakkailta tuli reklamaatioita siitä, että esimerkiksi pinnoite saattoi puuttua kokonaan levyn pinnasta, mutta vanha konenäkö oli silti lajitellut levyn I-laaduksi. Tämä johtui suurelta osin sivuvalaistuksen puuttumisesta. Tämän tyyppiset tapaukset ovat kokonaan loppuneet.

Hionnan uuden konenäköjärjestelmän merkittäviä etuja ovat olleet valaistuksen tehokkuus, eli konenäkö huomaa pienimmätkin virheet, esimerkiksi pienet painaumat, jotka jäivät vanhalta kameralta huomaamatta. Lisäksi suuri etu on se, että uudella konenäköjärjestelmällä voidaan ohjelmoida asiakaskohtaisia reseptejä. Näin ollen levyt, jotka aikaisemmin konenäkö lajitteli tiettyjen virheiden vuoksi C-laatuun, voidaan lajitella tietyille asiakkaille A-laaduksi. Näin ollen saadaan selvästi tuotannon kustannustehokkuutta nostettua.

Laatuun panostaminen ja konenäköjärjestelmiin investointi on näkynyt koko yrityksen luotettavuutena. Koska lastulevyteollisuus on pienentynyt kotimaassa merkittävästi ja Koskisen Oy on tällä hetkellä ainoa kotimainen lastulevyntoimittaja, niin tuotantolinjan kapasiteetti ei pysty tuottamaan lastulevyä kotimaisen kysynnän mukaan. Edullisesti ulkomailla tuotettu lastulevy on tullut vahvasti kilpailemaan kotimaan markkinoille. Yksi merkittävämpiä etuja, jolla Koskisen Oy pystyy kilpailemaan tuontilevyä vastaan, on tuotteiden hyvä laatu. Uudet konenäköjärjestelmät antavat edellytykset hyvän laadun tekemiselle.

## LÄHTEET

Argos quick guide. 2010. Valmistajan pikaohje konenäköjärjestelmälle.

Argos user manual. 2010. Valmistajan käyttöohje konenäköjärjestelmälle.

Hautala, V. 2009. 2d-etsintämenetelmät konenäössä [viitattu 5.3.2013].

Saatavissa: <http://www.ele.tut.fi/teaching/ele-3350/konenako.pdf>

Juselius, J. 2009. Puuntaitajat. Koskisen Oy. Markprint Oy.

Koponen, H. 2002. Puulevytuotanto. Helsinki: Edita Oy.

Lavikainen, P. 2009. Laatutekniikan perusteet. Luentomateriaali. Lamk.

Leppäkallio, K. 1996. Lastulevyn valmistusta Koskisen Oy:llä vuodesta 1975 alkaen.

Pekkinen, P. 1998. Levyä lastuista. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.

Soini, A. 1996. Värinäön teolliset sovellukset. Helsinki: Tekes.

Soini, A. 2007. Konenäkö [viitattu 5.3.2013]. Saatavissa:

<http://www.automaatioseura.fi/index/tiedostot/Konenako.pdf>

Voutilainen, P. 2004. Konenäkö [viitattu 5.3.2013]. Saatavissa:

<http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/puutuoteteollisuus/automaatio/konenako/index.html>

Vision systems 2013. Vision systems Oy [viitattu 5.3.2013]. Saatavissa:

<http://www.visionsystems.fi/index.php?page=yritys>

